



## PROGRAMA ANALÍTICO

DEPARTAMENTO: MECÁNICA

CARRERA: INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA: MECÁNICA DE LOS FLUIDOS

CÓDIGO: 0331

AÑO ACADÉMICO: 2018

PLAN DE ESTUDIO: 2005

UBICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIO: 2DO. CUATRIMESTRE DE 3ER. AÑO

MODALIDAD DE CURSADO: PRESENCIAL

DOCENTE A CARGO: Mg. Raúl A. Dean – Profesor Asociado Exclusivo

EQUIPO DOCENTE: Mg. Raúl A. Dean – Profesor Asociado Exclusivo

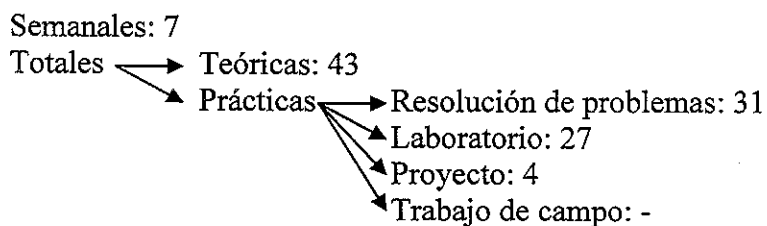
Ing. Manuel Amor – Profesor Adjunto Exclusivo

Ing. Guillermo Muschiatto – Ayudante de Primera Semi-Exclusivo

RÉGIMEN DE ASIGNATURAS:

<i>Aprobada</i>	<i>Regular</i>
0403	0324
0405	0326
-	0328

ASIGNACIÓN DE HORAS:



CARÁCTER DE LA ASIGNATURA: Obligatoria



## **OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA:**

El objetivo general del curso es brindar fundamentos que faciliten la comprensión y análisis de los fenómenos básicos involucrados en los movimientos de los fluidos. Se compararán resultados de modelos conceptuales teóricos con resultados experimentales a fin de corroborar las hipótesis formuladas para el análisis de los mismos. Se tratará que el estudiante integre los contenidos de la asignatura con los correspondientes a asignaturas afines del ciclo básico, ciencias básicas de la ingeniería, tecnologías básicas y tecnologías aplicadas.

### **OBJETIVOS DIRECCIONALES**

Se espera que el estudiante:

- Conozca e interprete los principios fundamentales y conceptos básicos de la Mecánica de los Fluidos
- Incorpore los contenidos de la asignatura con los correspondientes a materias afines y adquiera capacidad de integrarlos con aquellos que se desarrollarán en cursos posteriores.
- Comprenda y valore la parte experimental de la Mecánica de los Fluidos como así también la base matemática que le da fundamento.
- Conozca y utilice distintos métodos para la resolución de problemas de interés en la ingeniería.
- Sea capaz de aplicar los conocimientos teóricos y experimentales en problemas abiertos de ingeniería, teniendo especialmente en cuenta las abstracciones sobre los que se basa el modelo de cálculo propuesto, y los alcances y limitaciones del presente curso.

### **ALCANCE Y OBJETIVOS PARTICULARES**

Se estudiará el modelo de fluido Newtoniano, tratando de reafirmar conceptos adquiridos en asignaturas correspondientes a cursos anteriores.

Se estudiarán los fluidos en reposo, lo cual se divide en dos partes: el estudio de las presiones y de sus variaciones a través del fluido y el estudio de las fuerzas sobre superficies sumergidas.

Se darán los fundamentos correspondientes a la dinámica de los fluidos. Serán enunciados los procedimientos cinemáticos que permiten describir el movimiento, los principios fundamentales, los métodos del sistema y del volumen de control mediante los cuales pueden aplicarse los principios a problemas físicos en forma general.

Se analizarán las ecuaciones básicas de los fluidos en forma diferencial para un punto y luego se integran de forma de satisfacer las condiciones de contorno del problema. Se emplearán las ecuaciones de Navier - Stokes - Duhem en su forma más general, realizando las hipótesis adecuadas para cada problema en particular.

Se examinarán procedimientos y conceptos del Análisis Dimensional y la semejanza, así como las relaciones que las ligan. Se introduce el análisis dimensional como un medio para la determinación de parámetros adimensionales, los cuales permiten aplicar resultados de experiencias a otros casos con diferentes medidas físicas y a fluidos con propiedades diversas.

Se estudiará el flujo incompresible que tiene en cuenta el rozamiento, dedicando mayor atención a flujos en tuberías. Se desarrollarán los casos de tuberías en serie y en paralelo.

Se estudiarán formas de medición de presión, velocidad, viscosidad y caudal. Se complementarán los conceptos teóricos impartidos con trabajos de laboratorio referente a la calibración y medidas.

Se presentará la ecuación simplificada de la capa límite y se investigará el crecimiento de la misma para un flujo incompresible sobre una placa plana. Se introducen los conceptos de resistencia al avance y sustentación. Se afirmarán los conceptos teóricos con experiencias de laboratorio referentes al desarrollo de la capa límite y la distribución de presión sobre perfiles.

Se examinarán características fundamentales del flujo compresible, tal como la onda acústica, y donde el número de Mach juega un papel de importancia primordial en el estudio de los Flujos Compresibles. Se estudiará el flujo compresible estacionario unidimensional bajo las condiciones de simple cambio de sección, rozamiento y transferencia de calor, cada uno de los cuales se consideran separadamente, justificándose dicha modelización, ya que en los problemas prácticos normalmente uno de estos efectos dominará sobre los otros.



**CONTENIDOS:**

**Unidad 1. CONCEPTOS BÁSICOS - ESTÁTICA DE FLUIDOS -**

1. Definición de fluido clásico. Áreas de aplicación de la mecánica de fluidos. Clasificación de los flujos de fluidos. Métodos de análisis. Fluido como un medio continuo. La condición de no-deslizamiento.
2. Propiedades de los fluidos.
3. Cinemática. Descripciones lagrangiana y euleriana. Campo de velocidades. Aceleración de una partícula de fluido en un campo de velocidad. Tipos de movimientos o deformación de los elementos de fluidos. Tensor de velocidad de deformación.
4. Presión. Presión estática, presión de estancamiento y presión dinámica.
5. Viscosidad. Tensión tangencial. Fluido Newtoniano - Ecuaciones Constitutivas
6. Campo de tensiones. Tensor de tensiones.
7. Estática de fluidos. Fuerzas sobre superficies sumergidas.

**Unidad 2. ECUACIONES BÁSICAS EN FORMA INTEGRAL PARA UN VOLUMEN DE CONTROL**

8. Leyes básicas para un sistema.
9. Relación de las derivadas del sistema con la formulación del volumen de control. Teorema de transporte de Reynolds.
10. Conservación de la masa
11. Ecuación de momento para el volumen de control inercial. Aplicaciones
12. Ecuación de momento para el volumen de control con aceleración rectilínea. Aplicaciones
13. Ecuación del momento angular para un VC: a) fijo, b) rotatorio. Aplicaciones.
14. La primera ley de la termodinámica. Ecuación del volumen de control.
15. La segunda ley de la termodinámica. Ecuación del volumen de control.

**Unidad 3. ECUACIONES BÁSICAS EN FORMA DIFERENCIAL**

16. Conservación de la masa.
17. Ecuación diferencial del momento. Formulación general.
18. Fluido Newtoniano: Ecuaciones de Navier-Stokes.
19. Aplicaciones de las ecuaciones de N-S. Cálculo del campo de presión para un campo de velocidad conocido. Fluidos en el movimiento del cuerpo rígido.

**Unidad 4. FLUJO INCOMPRESIBLE NO VISCOSO**

20. Ecuación de Euler.
21. Ecuación de Bernoulli. Integración de la ecuación de Euler a lo largo de una línea de corriente para flujo estacionario y no estacionario.
22. Flujo irrotacional.
23. Ecuación de Bernoulli aplicada al flujo irrotacional.
24. Potencial de velocidad.
25. Función de Corriente y potencial de velocidad para flujo bidimensional, incompresible e irrotacional; ecuación de Laplace. Flujos planos elementales.
26. Superposición de flujos planos elementales.

**Unidad 5. MEDICIONES EN MECÁNICA DE FLUIDOS**

27. Mediciones de presión, velocidad.
28. Medición de flujo (caudal): métodos directos, restricción de los medidores de flujo para flujos internos; otros tipos de medidores.
29. Fundamentos de visualización del flujo.

**Unidad 6. ANÁLISIS DIMENSIONAL Y SIMILITUD**

30. Principio de la homogeneidad dimensional.



Universidad Nacional de Río Cuarto

Facultad de Ingeniería

"2018 - AÑO DEL CENTENARIO DE LA REFORMA UNIVERSITARIA"

31. Teorema Pí de Buckingham. Determinación de los grupos  $\Pi$ .
32. Grupos adimensionales de importancia en la mecánica de los fluidos
33. Adimensionalización de las ecuaciones diferenciales básicas.

#### Unidad 7. **FLUJO INTERNO INCOMPRESIBLE VISCOSO**

34. Flujo laminar completamente desarrollado entre placas paralelas infinitas estacionarias y con movimiento relativo.
35. Flujo laminar entre cilindros rotatorios
36. Flujo laminar completamente desarrollado en una tubería.
37. Distribución de esfuerzos de corte en un flujo completamente desarrollado en una tubería.
38. Perfiles de velocidad turbulentos en un flujo completamente desarrollado en una tubería.
39. El primer principio de la termodinámica para flujo unidimensional en tuberías. Coeficiente de energía cinética. Pérdida de carga.
40. Cálculo de la pérdida de carga. Perdidas mayores: factor de fricción. Pérdidas menores. Ductos circulares y no circulares
41. Cálculo de la pérdida de carga. Aplicación a casos de flujo de fluidos No Newtonianos.
42. Solución de problemas de flujo en tuberías. Sistemas de una trayectoria. Sistemas de trayectorias múltiples
43. Golpe de Ariete. Cavitación

#### Unidad 8. **FLUJO EXTERNO INCOMPRESIBLE VISCOSO**

44. Capa límite: concepto, espesores.
45. Capa límite laminar de placa plana: solución exacta.
46. Ecuación integral de momento y su empleo para el flujo de gradiente nulo de presión.
47. Gradientes de presión en flujo de capa límite.
48. Flujo alrededor de cuerpos sumergidos. Arrastre. Aplicaciones.
49. Sustentación y arrastre en superficies aerodinámicas.

#### Unidad 9. **FLUJO COMPRESIBLE UNIDIMENSIONAL ESTACIONARIO**

50. Propagación de ondas sonoras. Velocidad del sonido. Tipos de flujo. El cono de Mach.
51. Estados de referencia: Propiedades locales de estancamiento isentrópico. Condiciones críticas
52. Flujo isoentrópico de un gas ideal.
53. Flujo en un conducto de área constante con fricción.
54. Flujo sin fricción en un conducto de área constante con intercambio de calor.
55. Onda de choque normal

### **METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA:**

Las clases se desarrollarán en tres modalidades: teórica, práctica y laboratorio, centrándose las exposiciones teóricas en el desarrollo conceptual de los temas, complementándose en su faz práctica con la resolución de problemas, correspondientes a situaciones inherentes a la asignatura y de interés para la ingeniería, con la realización de laboratorios. Se enfatizará en la integración teórica, práctica y de laboratorio a los fines de evitar dicotomías en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Los trabajos prácticos se desarrollan en tres partes: 1) Trabajos Prácticos de Aula, 2) Trabajos Prácticos de Laboratorio, 3) Trabajos Prácticos con Software.

**PRACTICOS DE AULA:** Se desarrollarán problemas vinculados a los temas enunciados en el programa. 1). Aplicación unidimensional de las ecuaciones de Navier-Stokes-Duhem. 2) Determinación de distribución de presiones, estática de fluidos, determinación de fuerzas sobre superficies sumergidas, fluidos con movimiento de sólido rígido. 3) Aplicación de la Ecuación de Euler. Aplicación de la ecuación de Bernoulli. 4) Problemas empleando el método integral del volumen de control. 5) Determinación de potenciales de velocidad. 6) Determinación de grupos adimensionales. 7) Cálculo pérdidas de carga, mayores y menores. 8) Problemas de flujo en conductos circulares y no-circulares, en sistemas de una y múltiples trayectorias. 9) Cálculo del arrastre y sustentación sobre cuerpos en flujo externo. 10) Cálculo valores de propiedades para flujo compresible isentrópico en conductos con variaciones de área, flujo en conductos con área constante



Universidad Nacional de Río Cuarto

Facultad de Ingeniería

"2018 - AÑO DEL CENTENARIO DE LA REFORMA UNIVERSITARIA"

con fricción, sin fricción y con intercambio de calor. Cálculo valores de propiedades en onda de choque normal. 11). Simulación numérica de flujos con software específico.

### **PRÁCTICOS DE LABORATORIO:**

- \* Puesta en conocimiento de Equipos, Normas y pautas de elaboración de informes de laboratorio
- \* **Mediciones de presiones.** Mediante el instrumental disponible en el túnel aerodinámico se estudiarán los conceptos de presiones estáticas, dinámicas, y totales. Medición de presión estática sobre eje longitudinal de tobera en régimen subsónico. Presión estática sobre un cilindro.
- \* **Flujo turbulento por tuberías.** Determinación de perfil de velocidad en tubería. Pérdidas de carga en cañerías. Pérdidas de carga en accesorios. Determinación de factor de fricción en cañería.
- \* **Determinación de espesores y distribución de velocidades en la capa límite** en una placa plana sin gradiente de presión
- \* **Resistencia Aerodinámica en un cilindro.** Determinación de las presiones estáticas alrededor del cilindro. Determinación del coeficiente de arrastre. **Distribución de presiones alrededor de una superficie sustentadora.**

### **RÉGIMEN DE PROMOCIÓN.** (Según requisitos establecidos en RCS 120/17)

Son *requisitos mínimos para promoción de la asignatura*, los siguientes:

- Asistencia al 80% de la totalidad de las clases prácticas desarrolladas.
- Asistencia al 80% de la totalidad de las clases teóricas desarrolladas.
- Asistencia al 100% de la totalidad de las clases de laboratorio desarrolladas
- Aprobación de trabajos grupales conforme a requisitos establecidos.
- Aprobación de cada informe de práctico de laboratorio en acuerdo a condiciones establecidas, pudiendo estar complementada esta instancia con una evaluación oral o escrita integradora de contenidos de las prácticas de laboratorio desarrolladas. En el caso de una instancia escrita la misma podrá estar incluida en la parte práctica de las evaluaciones parciales.
- Obtener una calificación promedio mayor o igual a 7 (siete) puntos en dos evaluaciones parciales de contenido práctico.
- Obtener una calificación promedio mayor o igual a 7 (siete) puntos en dos evaluaciones parciales de contenido teórico.
- No registrar instancias evaluativas con notas inferiores a 5 (cinco) puntos.
- El estudiante podrá recuperar cada una o todas las instancias evaluativas (aprobadas o desaprobadas) correspondientes para cumplir con condiciones de promoción.

El estudiante que no cumpla con los requisitos para lograr la promoción, podrá obtener la condición de regular, siempre que cumplimente con los requisitos establecidas para ésta.

### **RÉGIMEN DE REGULARIDAD.** (Según requisitos establecidos en RCS 120/17)

Son requisitos mínimos para regularizar la asignatura, *los siguientes:*

- Asistencia al 80% de la totalidad de las clases prácticas y teóricas desarrolladas.
- Asistencia al 100% de la totalidad de las clases de laboratorio desarrolladas.
- Aprobación de trabajos grupales conforme a requisitos establecidos.
- Aprobación de cada informe de práctico de laboratorio en acuerdo a condiciones establecidas, pudiendo estar complementada esta instancia con una evaluación oral o escrita integradora de contenidos de las prácticas de laboratorio desarrolladas. En el caso de una instancia escrita la misma podrá estar incluida en la parte práctica de las evaluaciones parciales.
- Obtener una calificación mayor o igual a 5 (cinco) puntos en cada una de las dos (2) evaluaciones parciales de contenido práctico.
- El estudiante podrá recuperar cada una o todas las instancias evaluativas correspondientes para cumplir con las dos últimas condiciones expuestas.

**EXÁMEN FINAL DE ESTUDIANTE REGULAR.** El examen final para el estudiante de condición regular consta de un examen práctico el cual deberá ser aprobado con una nota de cinco puntos como mínimo para pasar luego a un examen teórico en la modalidad oral o escrita, sobre la base de temas



Universidad Nacional de Río Cuarto

Facultad de Ingeniería

"2018 - AÑO DEL CENTENARIO DE LA REFORMA UNIVERSITARIA"

del programa analítico en vigencia el cual deberá ser aprobado con una nota de 5(cinco) como mínimo para lograr la aprobación de la asignatura.

**EXÁMEN FINAL DE ESTUDIANTE LIBRE.** El examen final para el estudiante de condición libre incorpora un examen previo adicional, oral o escrito, de contenido integrador teórico-práctico de laboratorio, el cual deberá ser aprobado con una nota mínima de 5(cinco) para acceder al examen final de estudiante regular. Por razones de disponibilidad del laboratorio, el estudiante deberá coordinar con la cátedra el horario de realización de este primer examen.

**CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:**

Inicio: 16 de Agosto de 2018 Finalización: 23 de Noviembre de 2018

Clase			P/T/L	TEMAS
<b>AGOSTO</b>				
01	16-Jueves	Unidad 1	P	CONCEPTOS BÁSICOS - ESTÁTICA DE FLUIDOS
02	17 Viernes	Unidad 1	T	CONCEPTOS BÁSICOS- ESTÁTICA DE FLUIDOS
03	23 - Jueves	Unidad 2	P	CONCEPTOS BÁSICOS- ESTÁTICA DE FLUIDOS
04	24 - Viernes	Unidad 2	T	ECUACIONES BÁSICAS EN FORMA INTEGRAL PARA UN VOLUMEN DE CONTROL
05	30 Jueves	Unidad 2		ECUACIONES BÁSICAS EN FORMA INTEGRAL PARA UN VOLUMEN DE CONTROL
06	31-Viernes	Unidad 3	T	ECUACIONES BÁSICAS EN FORMA DIFERENCIAL
<b>SEPTIEMBRE</b>				
07	06- Jueves	Unidad 3	P	ECUACIONES BÁSICAS EN FORMA DIFERENCIAL
08	07- Viernes	Unidad 4	T	<b>FLUJO INCOMPRESIBLE NO VISCOSO</b>
09	13 - Jueves	Unidad 4	P	FLUJO INCOMPRESIBLE NO VISCOSO
10	14-Viernes	Unidad 4	T	FLUJO INCOMPRESIBLE NO VISCOSO
11	20 - Jueves	Unidad 4	P	FLUJO INCOMPRESIBLE NO VISCOSO
12	21 - Viernes			<b>ASUETO</b>
13	27 - Jueves	Unidad 4	P	FLUJO INCOMPRESIBLE NO VISCOSO
14	28 - Viernes	Unidad 6/7	T	<b>ANÁLISIS DIMENSIONAL/ FLUJO INTERNO INCOMPRESIBLE VISCOSO</b>
<b>OCTUBRE</b>				
15	04 - Jueves		Prác. /Lab	Análisis Dimensional / FLUJO INTERNO INCOMPRESIBLE VISCOSO Reconocimiento de equipos, normas, instrumentos. Mediciones de presiones. presiones estáticas, dinámicas, y totales. Medición de presión estática sobre eje longitudinal de tobera en régimen subsónico. Presión estática sobre un cilindro.
16	05 - Viernes	Unidad 7	T	FLUJO INTERNO INCOMPRESIBLE VISCOSO
17	11 - Jueves	Unidad 7	P	FLUJO INTERNO INCOMPRESIBLE VISCOSO
18	12 - Viernes	Unidad 8	U 1-2-3-4-5	<b>1º PARCIAL</b>
19	18 - Jueves	Unidad 8	P	FLUJO INTERNO INCOMPRESIBLE VISCOSO
20	19 - Viernes	Unidad 8	T	FLUJO EXTERNO INCOMPRESIBLE VISCOSO
21	25 - Jueves		Prác. /Lab	FLUJO EXTERNO INCOMPRESIBLE VISCOSO <b>Flujo turbulento por tuberías</b> Determinación de perfil de velocidad en tubería. Pérdidas de carga en cañerías. Pérdidas de carga en accesorios. Determinación de factor de fricción en cañería.
	6 - Viernes	Unidad 9	T	<b>FLUJO COMPRESIBLE UNIDIMENSIONAL ESTACIONARIO</b>
<b>NOVIEMBRE</b>				
23	01- Jueves	Unidad 9	P	FLUJO COMPRESIBLE UNIDIMENSIONAL ESTACIONARIO
24	02- Viernes	Unidad 9	T	FLUJO COMPRESIBLE UNIDIMENSIONAL ESTACIONARIO
25	08- Jueves	Unidad 9	P	FLUJO COMPRESIBLE UNIDIMENSIONAL ESTACIONARIO
26	09 - Viernes	Unidad 9	T	FLUJO COMPRESIBLE UNIDIMENSIONAL ESTACIONARIO
27	15- Jueves		Prác. /Lab	FLUJO EXTERNO INCOMPRESIBLE VISCOSO Determinación de espesores y distribución de velocidades en la <b>capa límite</b> en una placa plana. <b>Resistencia Aerodinámica</b> en un cilindro. Distribución de presiones alrededor de una superficie sustentadora
28	16- Viernes	Unidad 9		FLUJO COMPRESIBLE UNIDIMENSIONAL ESTACIONARIO
29	22 - Jueves	Unidad 6-7-8-9		<b>2º EXÁMEN PARCIAL</b>



30	23 - Viernes			
----	--------------	--	--	--

RESUMEN DE FECHAS Y CONTENIDOS DE EXÁMENES		
PARCIAL	FECHA	TEMAS
1°	12/10/18	Unid. 1-2-3-4-5
2°	22/11/2018	Unid. 6-7-8-9
RECUPERATORIOS		

**HORARIOS DE CLASE:**

Jueves 10 a 14:00 hs. Aula 4 DTQ-FI  
Viernes 11 a 14:00 hs. Aula 4 DTQ-FI

**HORARIOS DE CONSULTA:**

Jueves 16:30 a 18:30 hs. G.I.A.S.A. ExPP  
Viernes 16:00 a 18:00 hs. G.I.C. ExPP

**BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:**

Título	Autor/s	Editorial	Año de Edición	Ejemplares Disponibles
Mecánica de Fluidos	White, Frank M.,	McGrawHill.	2008 2004	1 2
Mecánica de Fluidos: Fundamentos y Aplicaciones.	Çengel, Yunus A; Cimbala, John M.	McGrawHill.	2006	6 c/DVD
Mecánica de Medios Continuos para Ingenieros	Olivella, X.O.; Saracibar Bosch C.A.,	Alfaomega, Ediciones UPC	2002	16
Mecánica de Fluidos Aplicada	Mott, Robert L	Prentice Hall	1996	15
Introducción a la Mecánica de los Fluidos	Fox,R.W./ McDonald,A.T.,	McGraw Hill.	1995	14

**BIBLIOGRAFIA DE CONSULTA**

Potter, M.C., Wiggert D.C., Mecánica de fluidos, Edit. Thomson, Mx. (2003)

Shapiro, Ascher H., *The Dynamics and Thermodynamics of compressible Fluid Flow*, Vol.1, Edit. John Wiley & Sons,

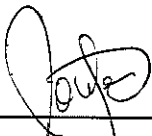
Munson, Young, Okiishi, *Fundamentals of Fluid Mechanics*, 3° ed., John Wiley, EUA; 1998.

Fox, Robert W. - McDonald, Alan T. - Pritchard, Philip J., *Introduction to fluid mechanics - 7th ed.*, J.Wiley - NY, 2010, Biblioteca UNRC: Inventario 8224, Buscar por 532 F 794Ie7

**Sitio web de interés**

En 1961, Ascher Shapiro fundó el Comité Nacional de Películas de Mecánica de Fluidos (NCFMF) en cooperación con el Centro de Desarrollo de la Educación y publicó una serie de 39 videos y textos acompañantes que revolucionaron la enseñanza de la mecánica de fluidos. El programa iFluids del MIT ha hecho que varias de las películas de esta serie estén disponibles en la web en el siguiente link.

[web.mit.edu/hml/ncfmf.html](http://web.mit.edu/hml/ncfmf.html)

  
Firma Docente Responsable

  
Firma Secretario Académico